

1  
DE2005070845 P 21 JUL 2006**Zementklinkerherstellung mit Teilstromabzug schadstoffhaltigen Drehofenabgases****B E S C H R E I B U N G**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl, das in wenigstens einem vom Abgas eines Drehrohrofens durchströmten Wärmetauscherstrang vorerhitzt und in der Sinterzone des Drehrohrofens zu Zementklinker gebrannt wird, der in einem nachgeschalteten Kühler gekühlt wird, mit Abzug eines heißen Teilstromes (Bypassgasstromes) des Drehofenabgases, der mit zu Anbackungen neigenden Staubfrachten und/oder gasförmigen/dampfförmigen Schadstoffen belastet ist, Abkühlung des Bypassgasstromes in einer Mischkammer und mit nachfolgender Abtrennung schadstoffhaltigen Staubes vom abgekühlten Bypassgasstrom. Außerdem betrifft die Erfindung eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl ist es bekannt, dass viele Einsatzstoffe wie Zementrohmehle, aber auch viele eingesetzte fossile Brennstoffe Nebenbestandteile wie z. B. Alkaliverbindungen, Chlor, Schwefelverbindungen, Schwermetalle etc. enthalten, die im Bereich der Sinterzone des Drehrohrofens z. B. als Alkali-chlorid- und Alkalisulfatverbindungen verdampfen, im Vorwärmerbereich der Zementklinkerproduktionslinie wieder kondensieren/kristallisieren und somit Kreisläufe aufbauen, wodurch sowohl die Qualität des Zementklinkers ungünstig beeinflusst als auch der Brennprozess selbst erheblich gestört werden können.

Zur Unterdrückung solcher Kreisläufe in einer Zementklinkerproduktionslinie sowie zur Reduzierung des Gehaltes kreislaufbildender Stoffe im Klinkerherstellungsprozess ist es z. B. aus der Broschüre "Drehrohrofenanlagen" Nr. 8-100d der KHD Humboldt Wedag AG, Seiten 5 10/11 von Mai 1984 bekannt, durch einen sogenannten Bypassgasabzug einen Teil der die volatilen Verbindungen enthaltenden heißen staubbeladenen Ofenabgase aus dem unteren Bereich der Drehofenabgassteigleitung bzw. direkt aus der Drehofeneinlaufkammer abzweigen, in einer Mischkammer durch Einführung von Außenluft abzukühlen, die im Bypassgasstrom enthaltenen dampfförmigen Schadstoffe an den mitgeführten Feststoffpartikeln kondensieren zu lassen und dann den abgekühlten Bypassgasstrom durch Abtrennung des schadstoffhaltigen Staubes in einem eigenen Staubabscheider zu reinigen. Um die zu behandelnden Volumina des Bypassgasstromes und 10 15 dessen Entstaubungseinrichtungen nicht zu groß werden zu lassen, ist es noch bekannt, in den z. B. 1150 °C heißen Bypassgasstrom nicht nur Außenluft als Kühlmedium einzumischen, sondern auch noch Wasser einzudüsen, das die Schockkühlung des Bypassgasstromes unterstützen soll.

20 Ferner ist aus der DE-C-27 24 372 eine Zementklinkerproduktionslinie mit Abzug eines Bypassgasstromes bekannt, der in einer Mischkammer abgesehen von eingedüstem Wasser nicht mit Frischluft, sondern mit einem Teilstrom des Produktionsabgases bzw. Systemabgases abgekühlt wird, welches in einem Elektroabscheider bereits gereinigt worden ist. Dieser im Systemfilter bereits gereinigte Abgasteilstrom wird in der Mischkammer des Bypassgasstromes aber wieder mit Staub beladen, wobei dann zumindest dieser Abgasteilstrom 25 30 in dem separaten Bypassgasstrom-Staubfilter ein zweites Mal gereinigt werden muss, so dass die bekannte Zementklinkerherstellung mit Bypassgasabzug verhältnismäßig große Filtervolumina mit zugehörigen hohen Investitions- und Betriebskosten beansprucht.

- Bei der Zementklinkerherstellung nehmen die Bypassprobleme zu, weil in zunehmendem Maße sowohl in westlichen Industrienationen, aber auch in Schwellen- und Entwicklungsländern bei der Zementklinkerproduktion chlor- und schwefelbelastete Abfallbrennstoffe und Reststoffe als sogenannte Sekundärbrennstoffe eingesetzt werden. Viele Betreiber von Zementklinkerproduktionslinien versuchen daher, durch Ausschleusung des Systemfilterstaubes das Kreislaufniveau flüchtiger Komponenten (insbesondere Chlor, Schwefel) auf ein erträgliches Maß abzusenken. Sie scheuen aber die Installation eines separaten Bypass-Systems, das beträchtliche Investitions- und Betriebskosten für zusätzliche Entstaubungseinrichtungen, meist elektrostatische Staubabscheider, Staubtransporte und Ventilatoren verursacht. Die durch die Zufuhr großer Bypass-Kühlluftmengen sich ergebenden Bypassmischgasströme sind nämlich in der Regel so groß, dass sie nicht in bereits vorhandenen elektrostatischen Staubabscheidern zusätzlich zu den bereits vorhandenen Mengen an Systemabgasen behandelt werden können.
- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Zementklinkerproduktionslinie ein Bypassgassystem zu schaffen, das sich durch besonders niedrige Investitions- und Betriebskosten auszeichnet und daher wirtschaftlich günstig ist.
- Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung verfahrensmäßig mit einem Verfahren mit den Maßnahmen des Anspruchs 1 und vorrichtungsmäßig mit einer Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.
- Beim erfindungsgemäßen Bypassgassystem wird in die Mischkammer zur Abkühlung des Bypassgasstromes nicht Frischluft eingeführt,

- sondern wenigstens ein abgezogener Teilstrom des in der Zementklinkerproduktionslinie bereits vorhandenen Systemabgases in nichtentstaubtem Zustand, also vor der Entstaubung im vorhandenen Systemfilter in die Mischkammer eingeführt und dort zur Abkühlung des Bypassgasstromes genutzt. Dabei kann es sich bei dem als Kühlmedium für den Bypassgasstrom genutzten Systemabgas um das Abgas des Rohmehl-Wärmetauscherstranges und/oder um die in der Zementklinkerproduktionslinie selbst nicht mehr verwertbare bereits vorhandene restliche Abluft des Klinkerkühlers und/oder um die Abgase einer mit Wärmetauscherstrang-Abgasen betriebenen Mahltrocknungsanlage handeln. Alle diese nichtentstaubten Systemabgasströme, die an bereits vorhandene Systemfilter angeschlossen sind, sind zur Abkühlung des Bypassgasstromes geeignet. Die notwendige Restkühlung des Bypass-Mischgases wird durch Wassereindüsung gewährleistet, wodurch nur ein geringfügiges zusätzliches Gasvolumen durch Wasserdampf entsteht. Stromabwärts von der Systemgas-Teilstromentnahme wird dann der von der Mischkammer der Bypassgasstromkühlung abgezogene Mischgasstrom in das Systemgas ebenfalls vor dem Systemfilter wieder zurückgeführt, der dann das Systemabgas und den Bypassgasstrom entstaubt. Durch den Abzug eines Teilstroms des z. B. 300 °C heißen Systemabgases, Nutzung als Kühlmedium in der Mischkammer des Bypassgasstroms und wieder Rückführung des Mischgases in das Systemabgas vor dessen Systemfilter ist die zu entstaubende Gasmenge im Vergleich zu einem Betrieb ohne Bypasssystem nur geringfügig erhöht. Anders ausgedrückt: Durch das erfindungsgemäße Bypassgassystem gelingt es, die Kapazität bereits vorhandener Systemfilter für die Behandlung des Bypassgasstromes mit zu nutzen.
- Es hat sich gezeigt, dass sich beim erfindungsgemäßen Bypassgasystem die zu entstaubende Abgasmenge im Vergleich zum Betrieb ohne Bypasssystem nur unwesentlich erhöht, nämlich um etwa 3 bis

4 %, hervorgerufen lediglich durch die erhöhte Wärmeenergiezufuhr zum Calcinator und die Gasmenge aus der Wasserverdampfung. Eine derart geringe Erhöhung der Gesamtabgasmenge liegt oftmals innerhalb der Kapazitätsreserven der bereits vorhandenen Filter und Abgasventilatoren einer Zementklinkerproduktionslinie bzw. ist durch Inkaufnahme geringfügiger Minderleistung gegenüber einer hohen Investitionssumme vorteilhaft.

Eine zusätzliche Wasserkühlung der Bypassabgase in der Mischkammer von z. B. 1250° C auf z. B. 800° C trägt zur Verringerung der Abgasmenge, der Mischkammerdimension sowie der Ventilatorgröße bei.

Realisierbar ist das erfindungsgemäße wirtschaftliche Bypassgassystem einer Zementklinkerproduktionslinie für einen Bypassbetrieb jedenfalls bis zu 10 % Bypass, d. h. bis wenigstens bis zu dieser Größeordnung eines Bypassgasabzuges gelingt es, die Kapazität eines bereits vorhandenen Systemfilters für die Behandlung des Bypassgasstromes mitzunutzen, wodurch die Installation einer separaten Bypassgasstrom-Entstaubungsanlage entfällt, wie aus dem am Ende der Beschreibung angegebenen Zahlenbeispiel hervorgeht.

Die Erfindung und deren weitere Merkmale und Vorteile werden anhand der in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1: das Fließbild einer Zementklinkerproduktionslinie mit Entstaubung des Bypassgasstromes über das Systemfilter und

Fig. 2: das Fließbild einer Zementklinkerproduktionslinie mit Entstaubung des Bypassgasstromes über das Filter des Zementklinkerkühlers.

5 Bei der Zementklinkerproduktionslinie der Fig. 1 wird Zementrohmehl  
10 oben in Rohmehlvorwärmer aufgegeben, wo es nacheinander die  
Zyklonschwebegas-Wärmetauscher 11, 12, 12, 13, 14 im kombinier-  
ten Gleich-/Gegenstrom zum heißen Abgas 15 einer Vorcalcinati-  
onssstufe durchwandert, um im untersten Zyklon 16 vom heißen Ab-  
gasstrom 15 abgetrennt und als hochgradig (z. B. 95 %) calciniertes  
10 Zementrohmehl 17 in die Einlaufkammer 18 des Drehrohrofens 19  
eingeführt zu werden, in dessen Sinterzone es zu Zementklinker ge-  
brannt wird, der anschließend in einem Klinkerkühler 20, z. B. Rost-  
kühler abgekühlt wird. Der abgekühlte Zementklinker verlässt den  
15 Kühler 20 bei 21.

Das am Zementrohmehl abgekühlte Systemabgas verlässt mit einer  
Temperatur von etwa 300 °C oben den Rohmehlvorwärmer bei 22.  
Dieses Abgas wird über ein Saugzuggebläse 23 in einen Sprühturm  
20 eingeleitet, dort durch Wassereindüsung mit Verdampfungsküh-  
lung konditioniert und auf ca. 150 °C gekühlt in einem Systemfilter 25,  
in der Regel elektrostatischen Staubabscheider von Staub 26 befreit  
und anschließend über einen weiteren Abgasventilator 27 als gerei-  
nigtes Systemabgas 28 über einen Hauptkamin 29 abgezogen. Der im  
25 Sprühturm 24 sowie im Systemfilter 25 gesammelte Staub wird über  
einen Staubbunker 30 über eine Förderleitung 31 der nicht dargestell-  
ten Zementklinkermahlranlage zugeführt.

Aus der Einlaufkammer 18 des Drehrohrofens 19 wird z. B. ca. 10 %  
30 der Drehofenabgasmenge als etwa 1250 °C heißer Bypassgasstrom  
32 mit einer Staubbeladung von ca. 200 g/Nm³ abgezogen. Der By-  
passgasstrom 32 wird in einer Mischkammer 33 abgekühlt, und zwar

- auf ein Mischgas 34 von etwa 400° C, wobei als Kühlmedium in der Mischkammer 33 nicht Frischluft, sondern wenigstens ein Teilstrom 35 des in der Zementklinkerproduktionslinie bereits vorhandenen nicht entstaubten Systemabgases 22 dient, d. h. wenigstens ein Teilstrom des nicht entstaubten Systemabgases 22 wird als Kühlmedium für den heißen Bypassgasstrom 32 genutzt. Durch Eindüsung von Wasser 36 in die Mischkammer 33 kann die Temperatur der die Mischkammer 33 verlassenden Mischgase 34 noch weiter abgesenkt werden, z. B. auf 300° C. Stromabwärts von der Systemgas-Teilstromentnahme 37 wird der von der Mischkammer abgezogene Mischgasstrom 34 in das Systemabgas ebenfalls vor dem Systemfilter 25 bzw. dem diesem vorgeschalteten Sprühturm 24 wieder zurückgeführt.
- Bei der Zementklinkerproduktionslinie des Ausführungsbeispiels der Fig. 2 wird der von der Einlaufkammer 18 des Drehrohrofens 19 abgezogene Bypassgasstrom 32 einer Temperatur ebenfalls von ca. 1250 °C und Staubbeladung ebenfalls von 200 g/Nm<sup>3</sup> ebenfalls in einer Mischkammer 33 abgekühlt, wobei als Kühlmedium in die Mischkammer 33 ein Teilstrom 38 der in der Zementklinkerproduktionslinie selbst nicht mehr verwertbaren bereits vorhandenen etwa 260° C heißen restlichen Abluft 39 des Klinkerkühlers 20 genutzt wird. In die Mischkammer 33 wird als weiteres Medium auch noch Wasser 40 eingedüst. Auch hier wird stromabwärts von der Klinkerkühlerabluft-Teilstromentnahme der von der Mischkammer 33 abgezogene Mischgasstrom 34 in die Kühlerabluft 39 ebenfalls vor dem Systemfilter 41, das ist das Rostkühler-Filter zurückgeführt. Die gereinigte Rostkühlerabluft 42 wird über einen Ventilator 43 einem Kamin 44 zugeführt, während der im Kühlerfilter 41 gesammelte Staub 45 ebenfalls der Zementklinkermahlanlage zugeleitet wird.

Es hat sich gezeigt, dass sich beim Betrieb des erfindungsgemäßen Bypassgassystems im Vergleich zu einer Zementklinkerproduktionslinie ohne Bypass nur um etwa 3,7 % bis etwa 5 % erhöhte Abgasmengen ergeben, die durch Kapazitätsreserven am vorhandenen Systemfilter bzw. am vorhandenen Kühlerfilter einer Zementklinkerproduktionslinie aufgefangen werden können, und zwar berechnet für einen in den meisten Fällen ausreichenden 10 % Bypass einer Zementklinkerproduktionslinie mit modernem Vorcalcinator, in welchem ca. 60 % des für den Gesamtprozess erforderlichen Brennstoffbedarfs verbrannt wird, bei einer Produktionsleistung von 4500 t Zementklinker pro Tag, ohne dass für den Bypassgasstrom die Installation einer separaten eigenen Entstaubungsanlage erforderlich ist.

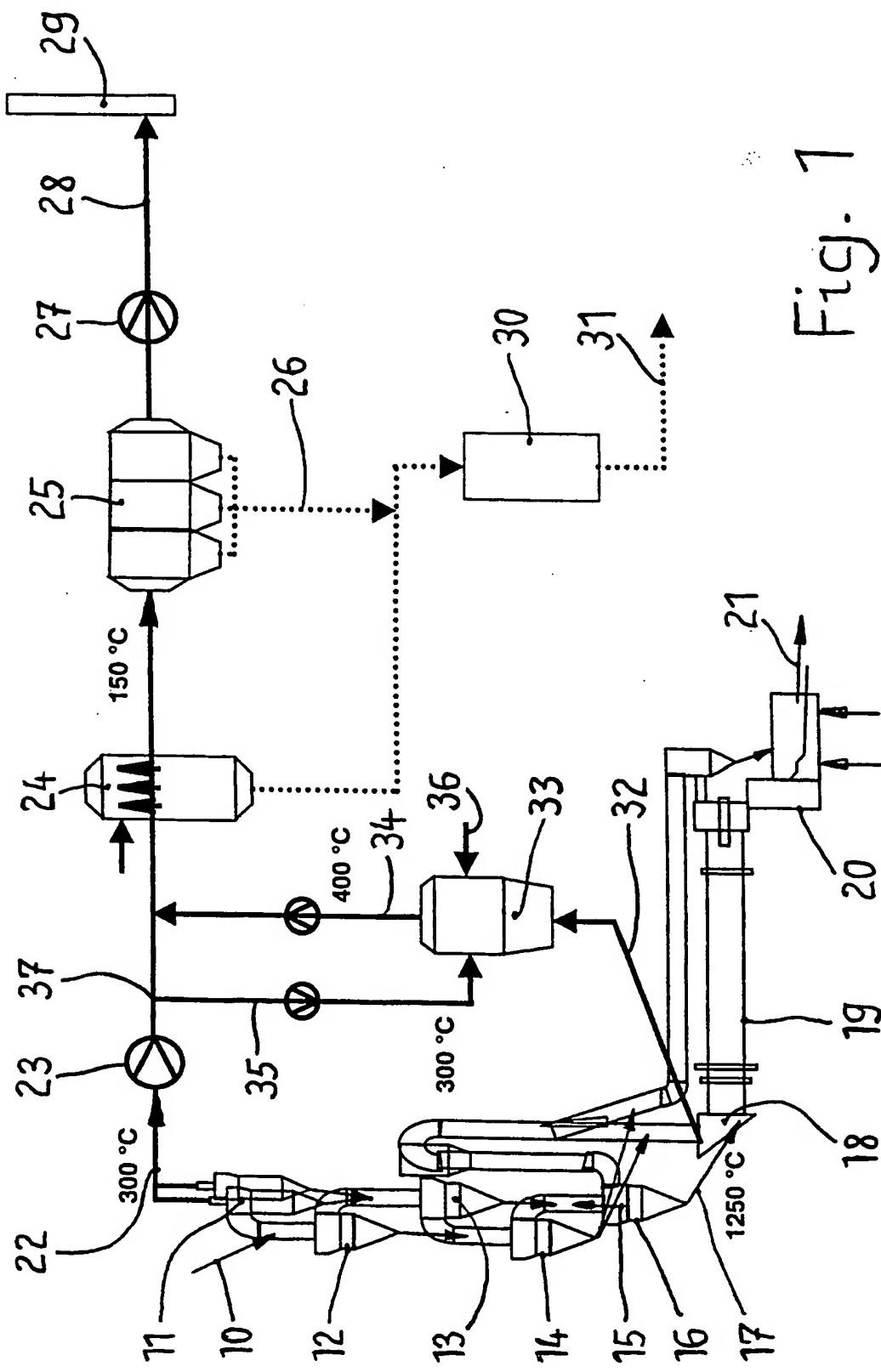
**Zementklinkerherstellung mit Teilstromabzug schadstoffhaltigen Drehofenabgases**

**A N S P R Ü C H E**

1. Verfahren zur Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl, das in wenigstens einem vom Abgas eines Drehrohrofens (19) durchströmten Wärmetauscherstrang vorerhitzt und in der Sinterstufe des Drehrohrofens zu Zementklinker gebrannt wird, der in einem nachgeschalteten Kühler (20) gekühlt wird, mit Abzug eines heißen Teilstromes (32) (Bypassgasstrom) des Drehofenabgases, der mit zu Anbackungen neigenden Staubfrachten und/oder gasförmigen/dampfförmigen Schadstoffen belastet ist, Abkühlung des Bypassgasstroms (32) in einer Mischkammer (33) und mit nachfolgender Abtrennung schadstoffhaltigen Staubes vom abgekühlten Bypassgasstrom,  
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
  - a) wenigstens ein abgezogener Teilstrom (35, 38) des in der Zementklinkerproduktionslinie bereits vorhandenen nichtentstaubten Systemabgases (22, 39) wird vor der Entstaubung im vorhandenen Systemfilter (25, 41) in die Mischkammer (33) eingeführt und zur Abkühlung des Bypassgasstroms (32) genutzt;
  - b) stromabwärts von der Abgas-Teilstromentnahme (37) wird der von der Mischkammer (33) abgezogene Mischgasstrom (34) in das Systemabgas (22, 39) ebenfalls vor dem Systemfilter (25, 41) wieder zurückgeführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass das als Kühlmedium genutzte Systemabgas (22) das Abgas des Rohmehlvorwärmer-Wärmetauscherstrangs ist.
- 5
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass das als Kühlmedium genutzte Systemabgas die in der Zementklinkerproduktionslinie selbst nicht verwertbare bereits vorhandene restliche Abluft (39) des Klinkerkühlers (20) ist.
- 10
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die als Kühlmedium genutzten Systemabgase die Abgase einer mit Wärmetauscherstrang-Abgasen (22) betriebenen Mahltrocknungsanlage sind.
- 15
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der von der Mischkammer (33) abgezogene Mischgasstrom (34) in den Systemabgasstrang vor dessen dem Systemfilter (25) vorgeschalteten Sprühturm (24) rückgeführt wird.
- 20
6. Anlage zur Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl, mit einem Drehrohrofen (19), mit wenigstens einem dem Drehrohrofen vorgeschalteten und von dessen Abgas durchströmten Wärmetauscherstrang insbesondere Zyklonschwebegas-Wärmetauscher-  
25 system, mit einem dem Drehrohrofen (19) nachgeschalteten Klinkerkühler (16), und mit einem Bypassgasabzug (32) zum Abzug eines Teilstromes des Drehofenabgases mit Kühlung des Bypassgasstromes in einer Mischkammer (33) und mit nachfolgender Abtrennung schadstoffhaltigen Staubes vom abgekühlten Bypassgasstrom,  
30 gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) von der Abgasleitung (22) bzw. (39) des Wärmetauscherstrangs und/oder des Klinkerkühlers (20) ist eine Teilstromleitung (35) bzw. (38) abgezweigt und in die Mischkammer (33) eingeführt;
- 5 b) stromabwärts von der Abgas-Teilstromentnahme (37) ist die Mischkammer (33) wieder an die Abgasleitung (22) bzw. (39) angeschlossen zwecks Einführung des abgekühlten Mischgases (34) in die Abgasleitung;
- 10 c) sowohl die Abgas-Teilstromentnahme (37) als auch die Rückführung des Mischgases (34) in die Abgasleitung (22) bzw. (39) liegen strömungsmäßig vor dem Systemfilter (25) bzw. Klinkerkühler-Filter (41).



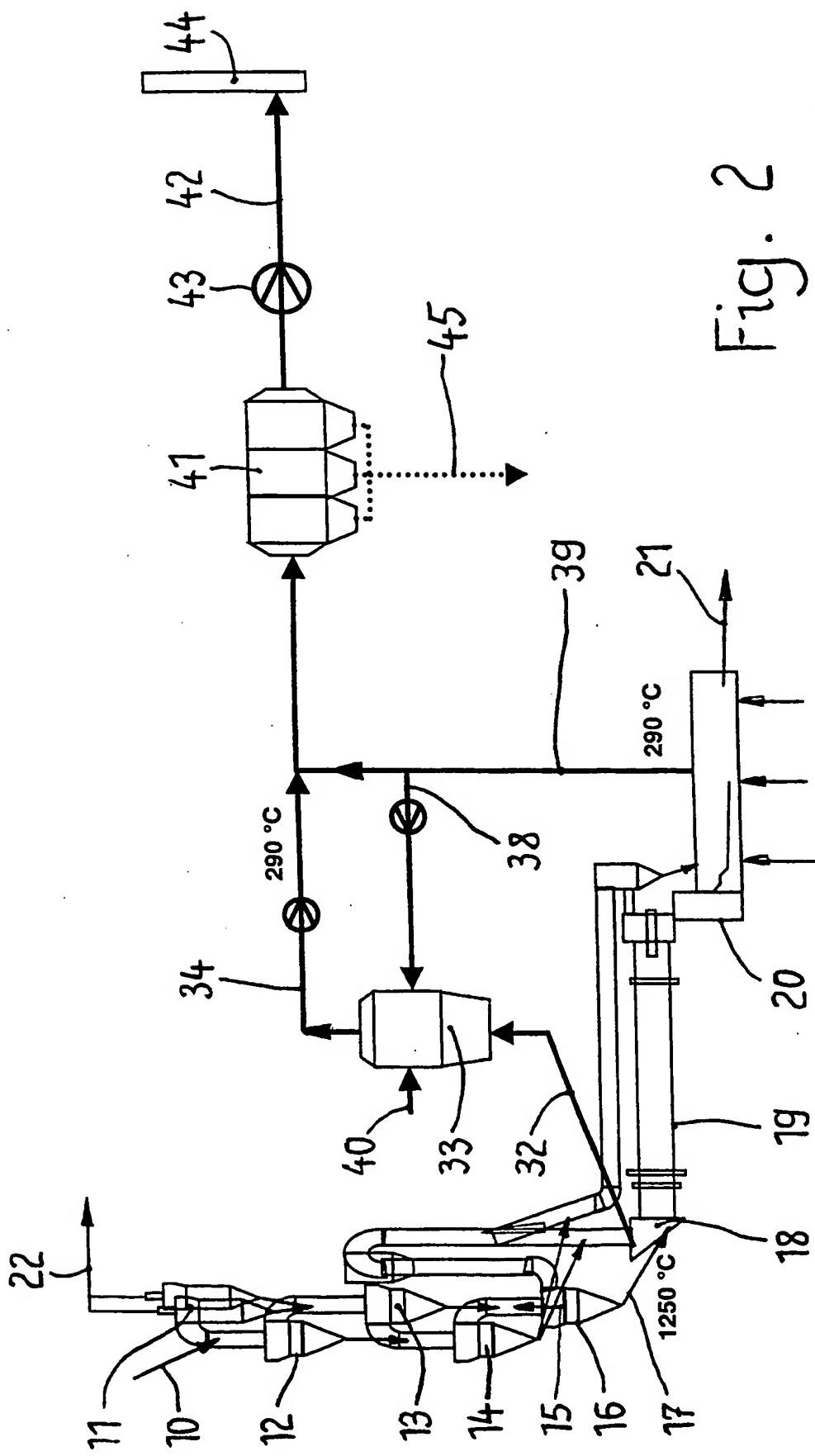


Fig. 2